

CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE PLACAS BASADAS EN DESCARTES TEXTILES. COMPARATIVA ENTRE MEDICIONES EN CONDICIONES REALES Y DE LABORATORIO

Marta Edith Yajnes,^{1,2}; Abraham Alexis Becerra Araneda,^{1,2}; Sebastián Niemetschek¹

1 Centro Experimental de la Producción, FADU, UBA, Ciudad Universitaria, 1428 CABA

2 Mat Lab, EHyS, UNSAM, 25 de Mayo 1169, 1650 SAN MARTIN

Tel. 011-49910465 E-mail: myajnes@unsam.edu.ar.

RESUMEN : Este trabajo cuestiona la eficacia de estimar el rendimiento térmico de materiales usando exclusivamente ensayos de laboratorio para determinar la transmitancia térmica a través del coeficiente de conductividad térmica λ y plantea la necesidad de metodologías mixtas (de laboratorio y en condiciones reales) para evaluar su comportamiento térmico, frente a efectos del cambio climático en las temperaturas ambientales y a las diferentes tipologías de envolventes constructivas.

Se comparó el comportamiento térmico medido en condiciones reales de placas cementicias TEXACEM® basadas en residuos textiles frente a placas de poliestireno expandido EPS y a una cortina de madera emulando un cerramiento precario.

Midiendo temperaturas superficiales con un Data Logger con tres sensores, se observó que tanto la placa TEXACEM® como la de EPS presentaron en su superficie interior 4°C menos que de la cortina de madera, contrastando con los resultados de conductividad térmica λ medida en laboratorios según la norma IRAM 11601 Aislamiento térmico de edificios, donde el valor para TEXACEM® más que duplica al de EPS. Esto sugiere que la conductividad térmica es insuficiente para seleccionar materiales aislantes y que deben considerarse otros parámetros con mediciones reales como la inercia térmica, la radiación solar incidente, la tipología de envolvente, entre otras.

Palabras clave: conductividad térmica, residuos textiles, comportamiento térmico dinámico, evaluación in situ, calidad ambiental.

INTRODUCCION

Justificación de la temática

El cambio climático ha exacerbado las temperaturas extremas en Buenos Aires, donde se registran máximas históricas de hasta 41,5°C y olas de calor prolongadas (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2025), Figura 1. Según el SMN “*un evento de ola de calor se define cuando las temperaturas máximas y mínimas superan o igualan, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, a ciertos valores umbrales que dependen de cada localidad (percentil 90 del semestre cálido octubre-marzo)*”. Para Buenos Aires los valores umbrales son calculados a partir del período 1961-2010, Durante las olas de calor ocurridas en 2023 se alcanzaron temperaturas de más de 38 grados por 7 días.



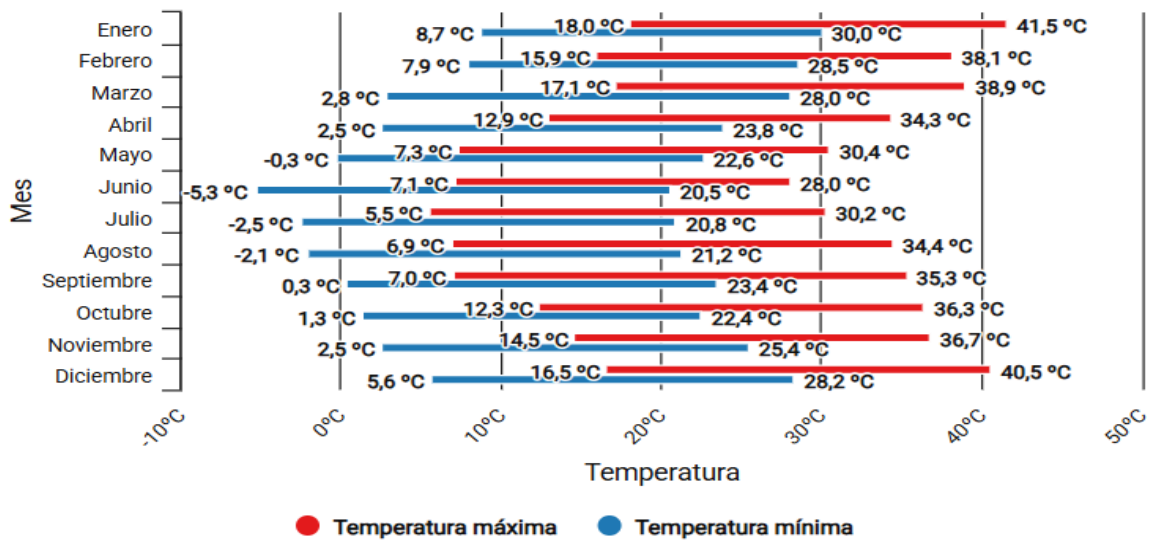


Figura 1. Temperaturas extremas diarias en Buenos Aires 1961-2024. Fuente SMN estadísticas.

En la Figura 2 se observa en cuadro elaborado por el sitio <https://es.weatherspark.com> donde se detalla: “El intervalo diario de temperaturas reportadas (barras grises) y las máximas (marcas rojas) y mínimas (marcas azules) de 24 horas, colocadas arriba del promedio diario de la máxima (línea rojo claro) y de la mínima (línea azul claro), con las bandas de los percentiles 25 a 75 y 10 a 90.” Se visualizan picos cercanos a los 40 grados.

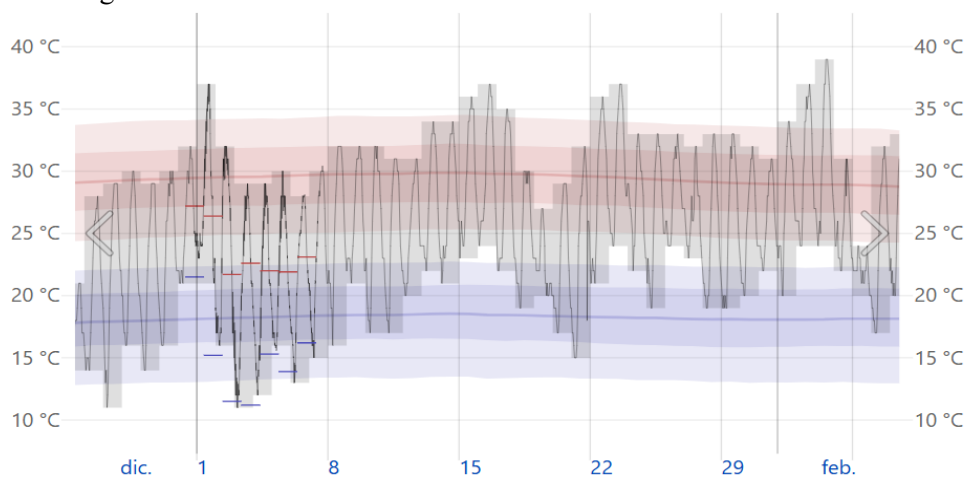


Figura 2. Temperaturas extremas. Fuente https://es.weatherspark.com/h/m/28981/2025/1/Tiempo-hist%C3%B3rico-en-enero-de-2025-en-Buenos-Aires-Argentina#google_vignette

Estas condiciones de temperaturas extremas afectan especialmente a viviendas mal aisladas y a poblaciones vulnerables, como adultos mayores de 65 años (17,6% de los habitantes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CABA (Instituto Nacional de Estadística y Censos INDEC, 2022) y a los habitantes de barrios populares. El 40% de estos barrios se localizan en CABA y en la provincia de Buenos Aires y albergan a más de 723.000 familias Registro Nacional de Barrios Populares ReNaBaP. Estos barrios poseen más de 657.000 viviendas precarias con frentes expuestos a altas radiaciones sin aleros ni otras protecciones, como arboledas. La aislación de estas viviendas es clave para mejorar la situación de estas familias. A su vez la mayoría de las viviendas urbanas y suburbanas tienen frentes expuestos a altas radiaciones al estar edificadas sobre líneas municipales sin aleros ni otras protecciones (como arboledas). Este dato surge de relevamientos propios del territorio. La construcción del común de la población no cuenta con materiales aislantes, probablemente por los costos de los convencionales, la falta de conocimiento de otros alternativos, en conjunto con una cultura constructiva que no reconoce

sus beneficios higrotérmicos ni sus reducciones de consumo. Estos materiales además conllevan un extractivismo implícito en su fabricación ya que implican el uso de recursos no renovables. Otras opciones basadas en fuentes recicladas, como la lana de PET, son actualmente importadas de Brasil o tienen una producción de baja escala como la elaborada a partir de lana ovina descartada aún poseen alto costo inicial para estas familias.

Este trabajo aborda el rendimiento térmico en condiciones reales de una alternativa de aislación basada en descartes textiles valorizados y fabricada en el territorio utilizando procesos sencillos denominada TEXACEM[®], Figura 3. Las placas tienen el beneficio adicional de estar cohesionadas con cemento dando así la posibilidad de ser colocadas con adhesivos de revestimientos cerámicos, una opción constructiva que se ajusta a las capacidades de la mano de obra tradicional.



Figura 3. Proceso de manufactura desde la recepción del rollo de orillos y falsos orillos textiles hasta su corte, mezclado y fabricación de la placa TEXACEM[®]. Referencia: elaboración propia.

La evaluación del rendimiento térmico de materiales aislantes se basa normalmente en parámetros estacionarios, es decir, conductividad térmica (valor λ , W/mK) y transmitancia térmica (valor K, W/m²K). El valor K cuantifica la cantidad de calor que fluye a través de 1 m² de un elemento de construcción cuando existe una diferencia de temperatura entre sus superficies interna y externa (Knuutila y col., 2022). A medida que bajan los valores de λ , el material o sistema constructivo mejora su rendimiento térmico y es más competitivo frente a otras opciones. El coeficiente de conductividad térmica lambda (λ) se mide en laboratorios mediante pruebas experimentales en condiciones controladas, utilizando equipos como el Aparato de Placa Caliente con Guarda (APCG) para materiales aislantes. El procedimiento implica calentar una muestra de material bajo una diferencia de temperatura específica y medir el flujo de calor que atraviesa una sección transversal conocida para así determinar el valor de λ de cada material.

Sin embargo, los valores K ignoran dinámicas críticas en climas reales, como la radiación solar, la inercia térmica o el retardo en la transferencia de calor. Los cálculos de K basados en suposiciones de estado estacionario simplifican las condiciones reales porque eliminan de las ecuaciones los cambios de temperatura dependientes del tiempo y la capacidad calorífica (Nakaya, 2018). Esto ignora el comportamiento dinámico de un edificio en condiciones reales (Mohammad et al. 2018).

También están las características arquitectónicas y los elementos de diseño de un edificio no considerados para calcular K. Por ejemplo, el valor K de un sistema constructivo disminuye a mayor espesor de pared y aumenta al introducir aberturas de ventana (Wang et al. 2024).

Para incluir el espesor de pared y el efecto combinado de todos los materiales en un conjunto de pared, se utiliza el valor de resistencia térmica (R) como la inversa de K (Mohamed et al. 2018). Los materiales con igual valor λ pueden absorber y emitir calor a tasas significativamente diferentes en condiciones climáticas dinámicas, lo que resulta en rendimiento térmico diferentes (Mohammad y col., 2018). Esto puede ser crítico en climas variables durante los días calurosos (Gengembre y Jacquemet. 2021) como el de Buenos Aires en verano.

Para incluir el área de toda una envolvente, se pueden utilizar el valor KA (o UA) (valor K por el área de envolvente) y el valor HTC (Heat Transfer Coefficient) o Coeficiente Global de Transferencia de Calor, que es un valor equivalente y real obtenido en condiciones reales para un edificio. A diferencia el valor KA más teórico y basado en ensayos de laboratorio, el valor HTC integra las pérdidas reales, incluyendo aquellos puentes térmicos no considerados en el cálculo teórico del valor KA.

En resumen, se requiere un enfoque integral para evaluar el rendimiento térmico, más allá de los cálculos del valor K. El análisis térmico dinámico aborda las limitaciones mencionadas arriba al incorporar variables dependientes del tiempo, tales como: *Índice de inercia térmica* (Shen et al. 2023), *Transmitancia térmica periódica* (Yie) (Levi et al. 2020), *Factor de decremento* (δ) (Yuan, 2018), *Retardo temporal* (ϕ) (Yuan, 2018), *Admitancia térmica* (Y) y *adelanto temporal de la admitancia* (ω) (Yuan, 2018), *Factor de superficie* (F) (Yuan, 2018) y *Capacidad térmica* (η) (Yuan, 2018). La relación entre estos parámetros varía según el tipo de aislamiento, el espesor y la disposición del material (Yuan, 2018). Por estos motivos, los valores λ y K y junto a mediciones recolectadas en condiciones reales son esenciales para una evaluación fiable del rendimiento energético de un material o sistema constructivo.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Se cuenta con el desarrollo de un protocolo simple de pruebas in situ para medir valores K en edificios existentes mediante el monitoreo de las temperaturas de la superficie manteniendo las condiciones de calefacción interior controladas de Tavukcuoglu (2018). La recolección de datos con mediciones a través de un Data Logger de productos innovativos con materiales provenientes del procesamiento de residuos textiles en mezclas cementicias ya fue utilizada por otros autores como Rodrigues Magalhães (2017) quienes trabajaron con mezclas cementicias y residuos textiles generando piezas de 550 kg/m³ de densidad promedio. Los textiles empleados contenían fibras de lana y viscosa con un pequeño aporte de elastano fraccionados en trozos de 3 x 3 cm. Vidal y Barona (2023) analizaron y evaluaron el desempeño térmico de sistemas de cubiertas utilizadas en construcciones en seco para edificaciones de vivienda ubicadas en la ciudad de Santiago de Cali y su área de influencia a partir del empleo de varios equipos Data Logger EXTECH RHT10 que aportaron lecturas sobre temperatura y humedad relativa en intervalos de 30 minutos al interior y exterior de 28 probetas correspondientes a 28 sistemas constructivos.

HIPÓTESIS

La transmitancia térmica basada en la conductividad térmica es insuficiente para caracterizar y predecir el rendimiento térmico de un sistema constructivo, con materiales basados en residuos, en diferentes estaciones del año, en esta presentación se estudia en particular en un período de verano. La respuesta de placas cementicias que incluyen residuos textiles acrílicos son equivalentes a placas de EPS a igualdad de espesor independientemente de los valores obtenidos de conductividad en ensayos de laboratorio por la influencia de la radiación solar y de la inexistencia de protecciones.

OBJETIVOS

General: Caracterizar en condiciones reales el rendimiento térmico de un novedoso producto basado en residuos textiles. Específicos: Evaluar en condiciones reales parámetros adicionales a la conductividad térmica para abordar el rendimiento térmico de un producto de construcción en cuanto a la evolución de temperaturas como complemento de mediciones de conductividad térmica a través del índice lambda. Proponer un método de análisis de la evolución de temperaturas de los paramentos interiores.

El presente trabajo deja el análisis de otros términos que afectan la transferencia de calor para investigaciones futuras, tales como ganancias solares (que dependen de la orientación, radiación y absorptividad de las superficies), las infiltraciones de aire exterior, el efecto del viento (que altera la convección en las superficies externas) y la humedad (que puede modificar las propiedades térmicas de los materiales).

METODOLOGÍA

La investigación presenta un propósito exploratorio, con abordaje de herramientas cualicuantitativas. En su desarrollo, se parte de una fase de definición de los marcos teóricos y operativos, a partir del análisis bibliográfico y estudio de casos referentes. Luego, se desarrolla una fase analítica con trabajo de laboratorio y comparación. Por último, como fase sintética, se comparan los resultados obtenidos con los supuestos teóricos, para exponer las conclusiones.

Tratamiento operativo

Se estudiaron tres materiales: placa TEXACEM[®], placa de EPS de 4 cm de espesor y 15 kg/m³, y una persiana de enrollar simple de madera de 1,2 cm de espesor sin aislación. Esta placa EPS constituye un material de aislación muy utilizado en la Argentina. Esta persiana de madera emuló los cerramientos de viviendas precarias por ser esta la solución de menor rendimiento térmico empleada, instaladas en un muro que mira en dirección norte en verano en la Ciudad de Buenos Aires. TEXACEM[®] es una placa cementicia, surgida de la tesis de maestría en Gestión Ambiental Metropolitana Universidad de Buenos Aires UBA de una de las autoras de esta investigación, que incluye residuos textiles de fibras acrílicas provenientes de residuos de la tejeduría plana denominados orillo y falso orillo generados en su proceso productivo sin posibilidad de ser reducirlos, esta materia prima se genera en forma lineal conformando bollos de hasta 2000 metros de longitud con un ancho de entre 2 y 3 cm, que luego son fraccionados a 7,5 cm para su uso en las placas. Estas presentan una cara lisa y otra rugosa, y se fabrican en dos medidas: 40 cm x 60 cm x 3,2 cm y 33 cm x 57 cm x 3,2 cm, según el sistema constructivo a emplear. Para este trabajo, se usó esta última. Figura 1. Su densidad promedio es de 500 kg/m³ sin nivelación con una dosificación de 1:0,25:1,75 -cemento, fibras, agua. Las placas recibieron reconocimiento para exposición y catálogo en el concurso INNOVAR en las ediciones 2022 como investigación aplicada y 2023 como producto innovador y tienen una doble función de aislación térmica y acondicionamiento acústico.

Las placas TEXACEM[®] cuentan con valores λ medidos en dos oportunidades en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI, Tabla 1. Debido a requerimientos de la técnica experimental y del equipo de medición, se tuvieron que nivelar las placas TEXACEM[®] que poseen superficies irregulares. Se utilizaron dos variantes de nivelación: una con mezcla cementicia y otra con espuma de poliuretano. A modo comparativo, la Tabla 1 también incluye los valores λ de placas EPS de 4 cm de espesor según lo reportado en la norma IRAM 11601-2002.

Tabla 1. Comparativa de valores de conductividad térmica. Elaboración propia en base a datos de ensayos de laboratorio en el INTI y de la norma IRAM 11601-2002.

Laboratorio / origen del dato	Material	Densidad kg/m ³	Nivelacion	conductividad lambda (W/mK)
INTI	TEXACEM [®]	699	cementicia	0,106
		514	poliuretano	0,0968
Norma IRAM 11601:2002	EPS en planchas	15		0,037

Se realizaron mediciones de temperatura en las placas colocadas en el muro de frente del primer piso de la fachada de una vivienda de planta baja y un piso, ubicada en un sector de pasajes del barrio de Caballito, caracterizado por sus casas bajas, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CABA, ver Figura 4, desde el 12 hasta el 31 de enero de 2025, por considerarse un periodo con registro histórico de temperaturas máximas en esta ciudad.

La Figura 5 muestra la disposición de los materiales en las aberturas de las ventanas de la fachada y de los sensores de temperatura en contacto con la superficie de estos materiales que mira hacia el interior de la vivienda. Para estas mediciones, se utilizó un monitor y medidor en tiempo real de temperaturas: el Data Logger marca ESP Design modelo DXT 1720 P, que incluye tres sensores de temperatura DS18820 con un rango de temperaturas desde -55 hasta 125°C , con una 1 m de longitud, Figura 5. Para recolectar las mediciones y monitorearlas a distancia, el Data Logger se conectó por wifi a una computadora y a un celular. La recolección de datos con el Data Logger para estos fines ya fue utilizada por otros autores (Rodrigues Magalhães, 2017). El área de cada material expuesto a la radiación solar fue de 2400 cm^2 para la placa TEXACEM, de 2400 cm^2 para la placa de EPS y de 4800 cm^2 para la persiana de madera sin aislación.



Figura 4. Ubicación del caso de estudio, con coordenadas geográficas -34.614801 , -58.444454 . Referencia: Elaboración propia.

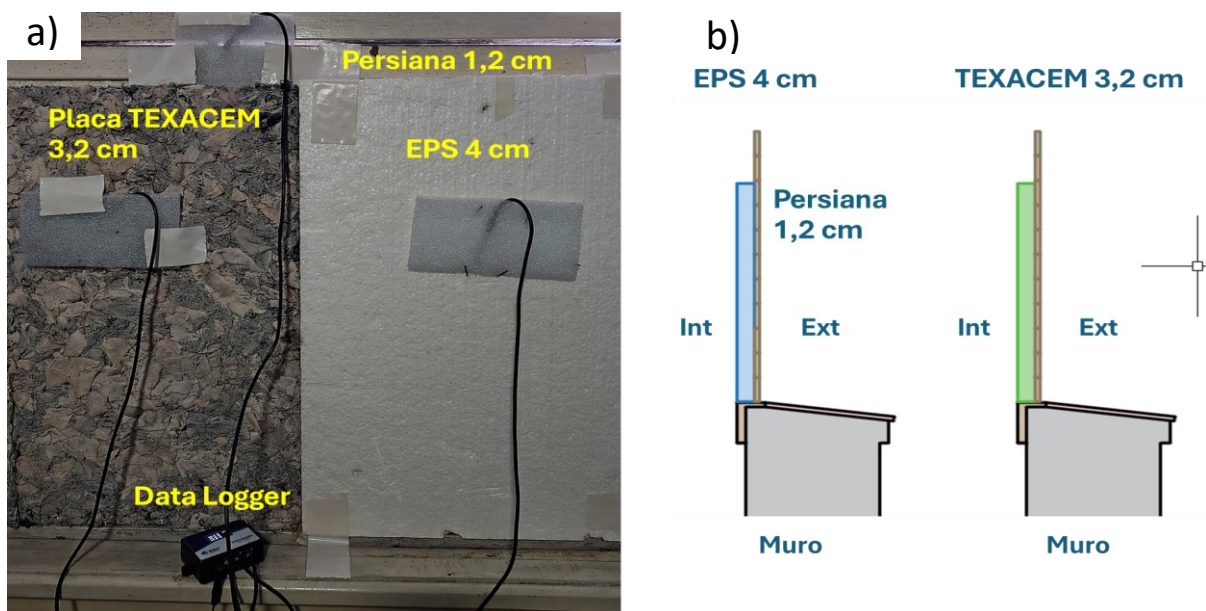


Figura 5. a) Disposición del Data Logger para las mediciones de temperatura de los materiales estudiados en este trabajo: placa TEXACEM®, placa de EPS y persiana de madera. b) Disposición de los materiales de estudio en la pared de la vivienda. Referencia: Elaboración propia.

En la figura 6 se observa una fotografía del conjunto de la ventana con las placa TEXACEM® y EPS, tomada con cámara termográfica Hickmicro Pocket Series, al inicio de las mediciones donde se observa la paridad de temperaturas de las placas y la diferencia entre ellas y el valor de la cortina de madera sin aislación alguna.



Figura 6. Imagen termográfica tomada in situ. Elaboracion Propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediciones en condiciones reales

La Figura 7 muestra las curvas de temperatura recolectados durante todo el periodo de mediciones para los tres materiales estudiados.

Durante los momentos más calurosos del día (entre las 15:00 y 17:00 h), las placas de EPS y las placas TEXACEM® tuvieron en promedio temperaturas 4°C menor frente a la cortina de madera (curvas azul y verde vs curva naranja en Figura 7).

En general, durante las franjas horarias entre 20:00 y 8:00 h, ambas placas mostraron temperaturas levemente mayores a esta cortina. La máxima oscilación de temperatura durante un día se registró en la cortina y fue de 5°C el 23 de enero entre las 15 y 16,30 horas, seguido de 4,88°C el 16 y 26 de enero en el mismo horario. Las diferencias de temperatura entre estas placas fueron siempre menores a 0,8 °C, incluso entre las 15:00 y 17:00 h. Además, en ciertos días de enero (del 12 al 14 y del 29 al 31) estas diferencias fueron mínimas, sólo décimas de grado.

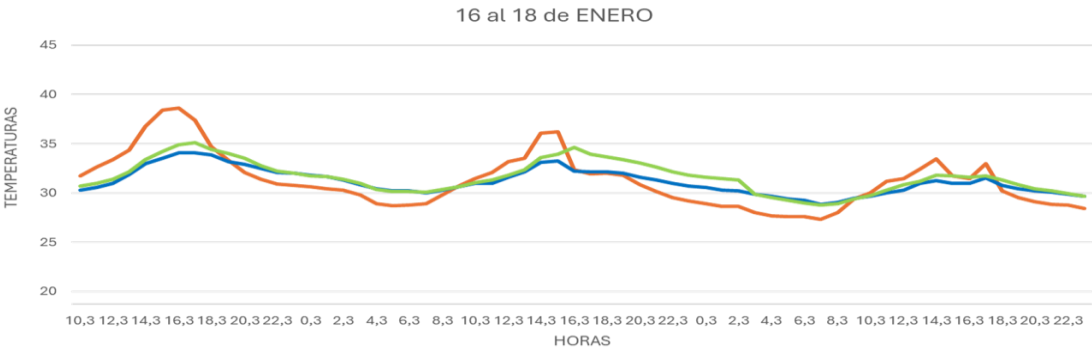




Figura 7. Curvas de temperatura medidas en grados centígrados, con el Data Logger desde el 12 hasta el 31 de enero de 2025 en las superficies materiales mostradas en la Figura 5. Las horas indicadas concuerdan con las horas del día, donde la hora 0 es medianoche. Elaboración propia.

Comparación entre mediciones en condiciones reales y de laboratorio (valores λ)

Los valores λ medidos para la placa TEXACEM® son en promedio 2,75 veces mayor que los reportados para las placas de EPS, Tabla 1 considerando las mediciones en el laboratorio del INTI, tanto en su versión de nivelación cementicia como con poliuretano para las placas TEXACEM® y valores de Norma IRAM 11601 para las de EPS.

Por otro lado se observa en las curvas de la Fig. 7 que los dos materiales comparados, las placas de EPS de 4 cm de espesor y las placas TEXACEM® de 3,2 cm van parejos, especialmente en los días y horas con mayor diferencia con las temperaturas registradas por el equipo para la persiana, sin ninguna aislación. A su vez como se cita ut supra la diferencia entre ambos materiales aislantes y la persiana llega a 4 grados en los días y horas con mayor registro térmico

Si bien el umbral de conductividad térmica que define a un material aislante varía según las normas, el valor λ más citado es alrededor de 0,07 W/mK, y los materiales por debajo de este valor se consideran aislantes térmicos según varias normas (ISO 9164:1989, DIN 4108) (Hadded et al. 2016). Otras normas menos exigentes en este aspecto exigen un valor λ menor o igual 0,1 W/mK (Reza et al. 2023). Según este criterio, las placas TEXACEM® serían consideradas como materiales no aislantes. Sin embargo, las mediciones in situ demostraron que su capacidad para dificultar el paso del calor al interior de la vivienda (según la temperatura superficial medida) es bastante similar a una placa EPS que sí es aceptada como material aislante por su valor λ .

Según el método tradicional de cálculo de la caída de temperatura en un elemento constructivo que separa dos espacios con diferentes valores es proporcional a su resistencia térmica (R), esta a su vez resulta del cociente del espesor de cada capa sobre el valor lambda, Norma IRAM 11625:2006. En este caso de estudio se demuestra que el valor lambda resultaría insuficiente siendo que la caída de temperatura fue similar para las placas de EPS y TEXACEM®, cuando sus valores de lambda difieren en un promedio de 2,75 menor en el caso del EPS y espesores similares.

Frente a la divergencia observada entre los comportamientos térmicos de las placas EPS y TEXACEM® medidas in situ con un Data Logger y en laboratorio (valores λ), se propone el diseño interdisciplinario de nuevos procedimientos de laboratorio e in situ para caracterizar el rendimiento térmico real de soluciones constructivas para aislación térmica. Esta metodología debería incorporar en una versión óptima los conocimientos incluidos en la Tabla 2. También, tendría que adaptarse a materialidades basadas en residuos para así evitar la necesidad de añadir materiales exógenos para su adaptación, tal como ocurrió con las mediciones de λ para las placas TEXACEM® (Yajnes et al. 2024).

Si bien el sistema TEXACEM^(R) se basa en mezclas cementicias con descartes textiles, internamente se generan capas con distinta relación cemento/descarte textil debido a su proceso de fabricación (para detalles ver Yajnes, 2024) dado que el cemento decanta y la capa superior disminuye notablemente su densidad comparada a la capa basal. Según Vejelis et al. 2023 el efecto de la densidad para disminuir la conductividad térmica se altera entre 50 y 70 kg/m³ porque en este rango la transferencia de calor a través del aire atrapado dentro del material se minimiza. Esta variabilidad en la densidad según capas en el sistema TEXACEM^(R) podría dificultar su caracterización del rendimiento térmico basado en ensayos tradicionales como la medición de conductividad térmica lambda.

Tabla 2. Resumen de disciplinas y sus respectivos conocimientos que aportar al diseño de un método para caracterizar el rendimiento térmico de soluciones constructivas tradicionales y no tradicionales (ej.: basadas en residuos) combinando mediciones de laboratorio y en condiciones reales.

Disciplina	Conocimientos
Física de materiales	Propiedades termofísicas (λ , difusividad, capacidad calorífica) y comportamiento bajo radiación solar y humedad que validar parámetros dinámicos en condiciones reales vs. laboratorio.
Ingeniería de procesos térmicos	Modelado de transferencia de calor dinámica y calibración de equipos de medición (data loggers, termografía) para diseñar protocolos que integren mediciones in situ y ensayos normalizados.
Tecnología de materiales no tradicionales	Caracterización del comportamiento térmico de materiales no tradicionales en contacto con materialidades tradicionales cuando se usan como productos de aislación.
Arquitectura	Diseño de envolventes (protección solar, inercia térmica, entre otros) y normativa de eficiencia energética para vincular resultados con soluciones constructivas reales.
Estadística y ciencia de datos	Análisis de datos multivariados y series temporales debido a fluctuaciones térmicas y a la incertidumbre en mediciones para optimizar la recolección de datos in situ que minimicen ruido. Esto ayudará a interpretar modelos predictivos para correlacionar λ teórico y rendimiento real y curvas térmicas para desarrollar herramientas que integren laboratorio y campo.

Para abordar esta última cuestión, en la Unión Europea establecieron un procedimiento estandarizado llevado a cabo por los mismos fabricantes. Cuando un producto no está cubierto por alguna Harmonised European standard (hEN), que puede ocurrir con productos no tradicionales basados en residuos, se puede solicitar una European Technical Assessment (ETA), la cual es emitida por European Organisation for Technical Assessment (EOTA) (ETA 2025). Desde 2014, la EOTA desarrolla ETAs utilizando la experiencia científica y tecnológica para desarrollar y adoptar European Assessment Document (EAD). Las EADs son una interesante fuente de información técnica de un producto porque contienen la lista de propiedades esenciales del producto, los métodos y criterios para evaluar el rendimiento del producto y las acciones del fabricante durante el procedimiento de evaluación y verificación de la constancia de rendimiento del producto.

CONCLUSIONES

A partir de las mediciones in situ con el equipo Data Logger de 3 sensores, se verifica que la respuesta de las placas cementicias TEXACEM® de 3,2 cm de espesor que incluyen residuos textiles acrílicos, aplicadas sobre una superficie de muy baja capacidad de aislación térmica con orientación Norte NO, en una locación urbana en un área de viviendas de baja altura – planta baja y 1 piso -, son equivalentes a placas de EPS de 4 cm, prácticamente a igualdad de espesor, independientemente de su densidad y valores obtenidos de conductividad en ensayos de laboratorio. Concluimos que este resultado está justificado por la influencia de la radiación solar y la difusividad de los materiales (Oktay et al. 2020),

De lo expuesto resulta imprescindible para anticipar rendimientos reales de productos destinados a mejorar el confort edilicio incluir la influencia de la radiación solar, la inercia térmica y el retardo en la transferencia de calor. Por otro lado, es fundamental considerar la inexistencia de protecciones sobre los paramentos para evaluar la ganancia térmica de los paramentos. Se refuerza así la necesidad de considerar el efecto de los cambios de temperatura dependientes del tiempo y la capacidad calorífica (Nakaya, 2018), dado que el comportamiento de un edificio en condiciones reales es dinámico (Jannat et al. 2020) (Mohammad et al. 2013). Los nuevos cálculos deberían reflejar el hecho que los materiales pueden absorber y emitir calor a tasas significativamente diferentes en condiciones climáticas dinámicas

afectando su rendimiento térmico (Jannat et al. 2020) (Mohammad et al. 2013) especialmente en climas variables durante los días calurosos (Gengembre y Jacquemet. 2021).

Se plantean como complemento a los métodos tradicionales de medición de λ un estudio de evolución de temperaturas como el presentado en este trabajo para lo cual se propone el diseño de una metodología de medición de materiales con equipos Data Logger que estandarice el proceso en cuanto a duración de ensayos, frecuencia de mediciones, orientación de la superficie expuesta y radiación mínima y máxima requerida, superficies expuestas, materiales de comparación y condiciones de exposición y barreras físicas a la fuente de calor. En este caso se eligieron los siguientes parámetros: 15 días, orientación norte, cada 30 minutos, orientación norte, mes enero, superficie 2400 cm², materiales EPS de 4 cm y madera de 1,2 cm y ausencia de barreras físicas al menos en 9 metros. Como mejora del ensayo se propone incluir la medición de temperatura superficial externa en correlación con los tres materiales para analizar el retardo temporal. A su vez se plantea la necesidad de la emulación de laboratorio de las condiciones reales a las que están expuestos los paramentos aportando fuentes de calor artificiales con parámetros controlados de igual modo que en la propuesta citada. En ambos casos se propone que estos protocolos se validen por autoridades competentes e internacionalicen de modo de contar con normativa unificada para la comparación de productos.

FUENTE DE FINANCIACION

Proyecto de investigación UBACYT cat 1AIII Secretaria de Ciencia y Técnica UBA. 2020-2025.

AGRADECIMIENTOS

UBA por la financiación, a UNSAM por sus instalaciones, ambas por los RRHH y a los pasantes, alumnos y voluntarios que hacen posibles los desarrollos y a las industrias que aportan sus residuos.

REFERENCIAS

- Becerra, A; Yajnes, M; Busnelli, R; Aranda, Y; Niemetschek, S. II Jornadas internacionales de investigación y acción sobre residuos Hacia una economía circular desde los territorios. UNICEN RIAR (2024). “Sobre el desarrollo y la certificación de productos upcycled siguiendo pautas adaptadas al territorio”.
- Gengembre, E; Jacquemet, K. (2021). Static and dynamic thermal characterization of facade with mineral foam insulation using a hot-box apparatus. J. Phys.: Conf. Ser. 2069 012089. DOI 10.1088/1742-6596/2069/1/012089
- Hadded, A; Benltoufa, S; Fayala, F; Jemni, A. (2016). Thermo physical characterisation of recycled textile materials used for building insulating. Journal of Building Engineering. Volume 5, Pages 34-40. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2015.10.007>
- IRAM 11601 (2002), Aislamiento térmico de edificios Métodos de cálculo Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.
- IRAM 11625 (2006), Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas.
- ISO 10456 (2007), Building materials and products. Hygrothermal properties. Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values
- Knuutila, M; Kosonen, A; Jaatinen-Värri, A; Laaksonen, P. (2022). Profitability comparison of active and passive energy efficiency improvements in public buildings. Energy Efficiency (2022) 15:38. <https://doi.org/10.1007/s12053-022-10046-9>.
- Levi, E; Neri, M; Pilotelli, M; Piana, E. (2020). Numerical and experimental study on metamaterials featuring acoustical and thermal properties. J. Phys.: Conf. Ser. 1599 012032. DOI 10.1088/1742-6596/1599/1/012032
- Magalhães, L. J. R. (2018). *Estudo do potencial de aplicação de resíduos têxteis em elementos de betão leve* (Doctoral dissertation, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal)).
- Mohamed, M; Almarshadi, M. (2018). Energy saving in air conditioning of buildings. MATEC Web of Conferences 162, 05024. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816205024>.

- Nakaya (2018). Reduction the Effect of Heat Transmission for the Heat Capacity of Building Wall in Summer. *American Journal of Agriculture and Forestry* 6, 4. 10.11648/j.ajaf.20180604.15
- Reza, M; Begum, HA.; Jalal Uddin, A.J. (2023). Potentiality of sustainable corn starch-based biocomposites reinforced with cotton filter waste of spinning mill. *Heliyon*. 2023 Apr 23;9(5):e15697. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15697. PMID: 37215920; PMCID: PMC10195908.
- Shen, T.Q., Sun, L. (2023). Evaluating energy efficiency potential in residential buildings in China's hot summer and cold winter zones. *International Journal of Heat and Technology*, Vol. 41, No. 6, pp. 1468-1478. <https://doi.org/10.18280/ijht.410609>.
- Vėjelis, S.; Skulskis, V.; Kremensas, A.; Vaitkus; S., Kairytė, A. (2023). Performance of Thermal Insulation Material Produced from Lithuanian Sheep Wool. *Journal of Natural Fibers*, 20(2). doi: 10.1080/15440478.2023.2237682
- Vidal, S.; Barona, J. (2023). Análisis y evaluación del desempeño térmico de sistemas de cubiertas utilizadas en construcciones en seco para edificaciones de vivienda ubicadas en la ciudad de Santiago de Cali y su área de influencia. *Ingeniería Y Competitividad*, 25(1), e-20211363. <https://doi.org/10.25100/iyc.v25i1.11363>
- Wang, Y; Liu, F; Yang, H; Fu, F. 2024. Thermal insulation performance of non-load-bearing light gauge slotted steel stud walls. *Sustainable Structures* Vol.4,No.1,2024 DOI:10.54113/j.sust.2024.000042.
- Yajnes, M; Becerra Araneda, A; Busnelli, R; Niemetschek, S; Aranda, Y; Mateo, F; Cervera, C; Abalone, R (2024) XLVI Reunión de Trabajo de Energías Renovables y Ambiente “Capacidad aislante térmica de nuevos productos cementicios para la construcción basados en residuos: desafíos experimentales”. ASADES. Rosario.
- Yuan (2018). Impact of Insulation Type and Thickness on the Dynamic Thermal Characteristics of an External Wall Structure. *Sustainability* 2018, 10(8), 2835; <https://doi.org/10.3390/su10082835>

WEBS

- ETA 2025. <https://www.eota.eu/what-is-an-eta-old>, leído el 9/8/2025
- <https://www.smn.gob.ar/estadisticas> leído el 7/7/2025
- https://www.estadisticaciudad.gob.ar/si/demog/principal-indicador?indicador=b17&cortante={%22g_edad%22:true,%22sexo_2%22:true}#&grafico leído el 7/7/2025.
- https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/wp-content/uploads/2024/07/ir_2024_1877.pdf leído el 7/7/2025.
- <https://www.lahn.utexas.org/wp-content/uploads/2020/04/Buenos-Aires-Presentacion-de-los-casos-de-estudio.pdf> leído el 7/7/2025.
- https://es.weatherspark.com/h/m/28981/2025/1/Tiempo-hist%C3%B3rico-en-enero-de-2025-en-Buenos-Aires-Argentina#google_vignette leído 6/7/2025
- <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/sisu/renabap>. Leído 6/7/2025.

THERMAL CHARACTERIZATION OF PLATES BASED ON TEXTILE WASTE. COMPARISON BETWEEN MEASUREMENTS UNDER REAL AND LABORATORY CONDITIONS

ABSTRACT: This study questions the effectiveness of estimating the thermal performance of materials using only laboratory tests to determine the thermal transmittance of insulators, through lambda coefficient, and argues that mixed methodologies (laboratory and real-world conditions) are needed to evaluate the actual thermal behavior of insulating materials, given the effects of climate change on ambient temperatures and the different types of building envelopes.

The thermal performance measured in real conditions of cementitious boards based on textile waste TEXACEM® was compared with EPS (expanded polystyrene) boards and a typical wooden curtain used in openings emulating a precarious enclosure.

By measuring surface temperatures with a data logger with three sensors, it was observed that both TEXACEM® and EPS boards reduced the interior temperature by up to 4°C compared to the wooden curtain, contrasting with the results of thermal conductivity measured in the laboratory according to standard IRAM 11601, where it was much higher for TEXACEM® than for EPS. This suggests that thermal conductivity alone is insufficient for selecting insulating materials and that other parameters must be considered, such as thermal inertia, incident solar radiation, and the type of building envelope, among others.

Keywords: thermal conductivity, textile waste, dynamic thermal behavior, in situ evaluation, environmental quality.